

# STUDI TINGKAT RADIASI MEDAN ELEKTROMAGNETIK YANG DITIMBULKAN OLEH TELEPON SELULAR

Triona Ras Ponti Tarigan<sup>1)</sup>, Usman A.Gani<sup>2)</sup>, Managam Rajagukguk<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa dan <sup>2,3)</sup> Dosen Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura  
Triona\_279@yahoo.co.id

## Abstrak

Ponsel suatu alat komunikasi berbasis listrik yang memiliki *transmitter* yang mengubah suara menjadi gelombang sinusoidal kontinu yang kemudian dipancarkan keluar melalui antena, gelombang radio ini berfluktuasi melalui udara yang menimbulkan radiasi elektromagnetik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar radiasi elektromagnetik yang terdiri dari medan magnet dan medan listrik yang dihasilkan oleh ponsel ketika beroperasi apakah masih di dalam ambang batas aman yang dilakukan melalui pengukuran medan magnet dan medan listrik pada beberapa sampel ponsel. Pengukuran dilakukan dengan cara membuat panggilan buatan terhadap ponsel objek dan diukur pada kedua sisi ponsel yaitu sisi depan dan sisi belakang masing – masing dengan jarak yang berbeda menggunakan alat ukur *EMF Surveymeter HI 3604 Holaday Industri*. Besarnya Medan Listrik, Medan Magnet maupun Densitas Daya yang dihasilkan oleh ponsel memiliki hubungan yang berbanding terbalik terhadap jarak. Semakin dekat jarak pengukuran, maka semakin besar pula Medan Listrik maupun medan magnet yang dihasilkan. Besar kuat medan Listrik, Medan Magnet dan Densitas daya yang dihasilkan oleh telepon seluler yang telah di ukur sebagai objek masih dibawah batas aman yang ditetapkan oleh IRPA dan ICNIRP baik untuk lingkungan kerja maupun untuk masyarakat umum.

Kata kunci : Telepon Seluler, medan elektromagnetik, medan magnet, medan listrik, densitas Daya.

## 1. Pendahuluan

Teknologi tenaga listrik selalu berkembang dalam memenuhi kebutuhan masyarakat dan sudah menjadi salah satu kebutuhan primer pada saat ini. Sesuai dengan prinsip konsep teknologi yang memiliki tingkat perkembangan yang semakin cepat, salah satu perkembangan teknologi yang sangat dikenal oleh masyarakat di bidang komunikasi yang berbasis listrik adalah Telepon Seluler atau lebih akrab disebut “Ponsel”. Seiring berjalannya waktu tidak bisa dipungkiri bahwa kegunaan telepon seluler sangat membantu manusia dalam melaksanakan aktivitasnya sehari hari dalam berkomunikasi.

Dibalik fungsi dan kegunaannya, terdapat suatu efek yang dapat ditimbulkan oleh alat komunikasi berbasis listrik tersebut yaitu adanya medan listrik dan medan magnet. Seiring dengan peningkatan kualitas dan kuantitas pada penggunaan frekuensi tinggi, maka makin meningkat pula intensitas medan listrik dan medan magnet yang terjadi. Masalah ini menimbulkan pertanyaan pada masyarakat yang sampai saat ini masih menjadi kontroversi mengenai dampak yang ditimbulkan oleh medan elektromagnetik tersebut. Meskipun kuat medan elektromagnetik tidak dapat dilihat oleh mata, tetapi keberadaannya dapat diukur. Salah satu alat yang dapat digunakan yaitu power frequency EMF Survey Meter HI-360.

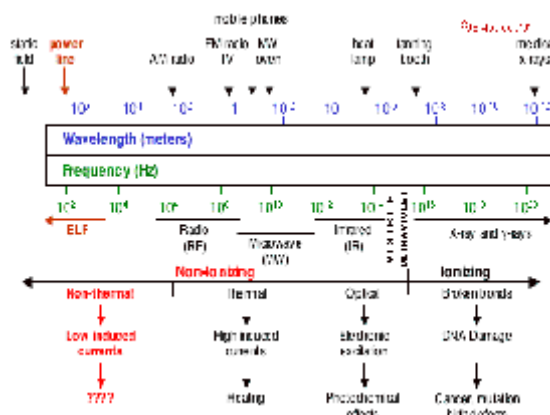
## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1. Klasifikasi Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Medan elektromagnet dapat dibedakan berdasarkan frekuensinya, menjadi:

1. *Static EMF* (0 Hz). Sumbernya antara lain medan elektromagnet alam, MRI, elektrolisis industrial.
2. *Extremely low-Frequency* (ELF) EMF (0-300Hz). Gelombang elektromagnetik ini dihasilkan tidak hanya ketika aliran listrik dihantarkan melalui kabel listrik, tetapi juga ketika digunakan dalam alat elektronik. Frekuensi gelombang ini ketika dihasilkan oleh alat elektronik adalah sekitar 50-60 Hz.
3. *Intermediate frequency* EMF (300 Hz – 100 kHz). Sumbernya antara lain detector metal, hands free.
4. *Radio frequency* EMF (100 kHz – 300 GHz). Sumbernya antara lain gelombang TV, radio, ponsel, *microwave oven*.

Di bawah ini diberikan gambar tentang spektrum gelombang elektromagnetik, panjang gelombang dan aplikasinya sebagai berikut :



Gambar 2.1. Spektrum Gelombang Elektromagnetik dan Aplikasinya

### 2.2. Global System for Mobile Communication (GSM)

Sistem global untuk komunikasi mobile (GSM) adalah sebuah protokol komunikasi digital nirkabel untuk ponsel dan dikembangkan pada awal 1980-an. Teknologi GSM diciptakan untuk menghilangkan masalah-masalah tertentu dengan pendahulunya selular jaringan. Masalah yang ada dari jaringan selular adalah jaringan analog tidak bisa menangani pertumbuhan kapasitas jaringan selular dan jaringan digital yang ada tidak kompatibel satu sama lain. Teknologi GSM telah membuat komunikasi data lebih mudah untuk membangun ke dalam system dengan standar biaya rendah didukung suara panggilan dan layanan pesan singkat (SMS).

Ponsel mentransmisikan dan menerima sinyal dari dan ke substasiun yang ditempatkan di tengah kota. Substasiun yang menerima sinyal paling jernih dari telepon seluler memberikan pesan ke jaringan telepon lokal jarak jauh. Jaringan Personal Communication Services (PCS) mirip dengan sistem telepon seluler. PCS menyediakan komunikasi suara dan data didesain untuk menjangkau daerah yang luas. Pita frekuensi 800 sampai dengan 3000 MHz telah dijatahkan untuk peralatan komunikasi ini (Kobb,1993) Karena telepon seluler atau unit PCS harus berhubungan dengan substasiun yang diletakkan beberapa kilometer jauhnya, pancaran dari peralatan ini harus cukup kuat untuk memastikan sinyalnya bagus. Peralatan ini memancarkan daya sekitar 0,1 sampai dengan 1,0 W. Tingkat daya dari antenna ini aman untuk kesehatan kepala (Fischetti, 1993). Kerapatan daya puncak dari antenna pada telepon seluler ini mendekati  $4,8 \text{ W/m}^2$  atau  $0,48 \text{ mW/cm}^2$  (IEEE C 95.1-1991).

### 2.3. Radiasi Elektromagnetik Telepon Seluler

Secara garis besar, energi total yang diserap dan distribusinya di dalam tubuh manusia adalah tergantung beberapa hal:

1. Frekuensi dan panjang gelombang medan elektromagnetik.
2. Polarisasi medan EMF.
3. Konfigurasi (seperti jarak) antara badan dan sumber radiasi EMF.

- Keadaan paparan radiasi, seperti adanya benda lain di sekitar sumber radiasi.
- Sifat-sifat elektrik (listrik) tubuh (konstan dielektrik dan konduktivitas). Hal ini sangat tergantung pada kadar air di dalam tubuh. Radiasi akan lebih banyak diserap pada media dengan konstan dielektrik yang tinggi, seperti otak, otot, dan jaringan lainnya dengan kadar air yang tinggi.

Menurut *The National Radiological Protection Board* (NPRB) UK, Inggris. Efek yang ditimbulkan oleh radiasi gelombang elektromagnetik dari telepon seluler dibagi menjadi dua yaitu :

#### 1. Efek fisiologis

Efek fisiologis merupakan efek yang ditimbulkan oleh radiasi gelombang elektromagnetik tersebut yang mengakibatkan gangguan pada organ-organ tubuh manusia berupa kanker otak dan pendengaran, tumor, perubahan pada jaringan mata, termasuk retina dan lensa mata, gangguan pada reproduksi, hilang ingatan, kepala pening.

#### 2. Efek psikologis

Merupakan efek kejiwaan yang ditimbulkan oleh radiasi tersebut misalnya timbulnya stress dan ketidaknyamanan karena penyinaran radiasi berulang-ulang.

### 2.4. Batas Aman Radiasi gelombang Mikro

Penelitian mengenai pengaruh gelombang mikro terhadap tubuh manusia menyatakan bahwa untuk daya sampai dengan 10 mW/cm<sup>2</sup> masih termasuk dalam nilai ambang batas aman. Nilai ambang batas aman sebesar 10 mW/cm<sup>2</sup> ini berlaku di Amerika, sedangkan untuk negara-negara lain belum dicapai kata sepakat berapa sebenarnya nilai ambang batas aman tersebut.

Dalam Penulisan Jurnal ini akan di kaji berdasarkan standar batas aman yang dikeluarkan oleh International Radiation Protection Association (IRPA) dan International Commission On Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) yang terbaru yaitu tahun 1998 tentang paparan batas aman medan elektromagnetik untuk situasi kerja maupun untuk masyarakat umum.

Tabel 2.1. Paparan Batas Aman Medan Elektromagnetik Dalam Lingkungan Kerja Dalam Rentang Frekuensi 100KHz -300GHz Oleh IRPA

Frekuensi (f) MHz	Medan Listrik (E) V/m	Medan Magnet (H) A/m	Densitas Daya (S) W/m <sup>2</sup>
0.1 - 1	614	1.6/f	-
>1 - 10	614/f	1.6/f	-
>10 - 400	61	0.16	10
>400 - 2000	3√f	0.008√f	f/40
>2000 - 300000	137	0.36	50

Tabel 2.2. Paparan Batas Aman Medan Elektromagnetik di Masyarakat Umum Rentang Frekuensi 100KHz - 300GHz Oleh IRPA

Frekuensi (f) MHz	Medan Listrik (E) V/m	Medan Magnet (H) A/m	Densitas Daya (S) W/m <sup>2</sup>
0.1 - 1	87	0.73/f	-
>1 - 10	87/f	0.73/f	-
>10 - 400	27.5	0.073	2
>400 - 2000	1.375√f	0.0037√f	f/200
>2000 - 300000	61	0.16	10

### 2.4. Specific Absorbtion Rate (SAR)

Nilai Spesific Absorbtion Rate (SAR) dari ponsel dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

Spesific Absorbtion Rate ( SAR ) =

$$\frac{\sigma |E|^2}{2\rho} \left[ \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right]$$

Dimana :  $\sigma$  = Konduktivitas Jaringan (S/m)

$\rho$  =Massa Kepadatan Jaringan (Kg/m<sup>3</sup>)

E = Medan Listrik (V/m)

Besarnya nilai Spesific Absorbtion Rate (SAR) ponsel terhadap jaringan tubuh berdasarkan Persamaan di atas yaitu kornea, otot dan otak adalah jaringan yang paling sensitif karena memiliki nilai konduktivitas listrik yang paling

besar baik untuk pemancar 900MHz maupun 1800MHz. Nilai SAR juga dipengaruhi oleh besarnya nilai medan listrik (E) yang dihasilkan ponsel.

### 3. Metode pengukuran

Metode yang digunakan dalam penelitian eksakta ini adalah menggunakan metode paradigma kuantitatif, yaitu dengan mengumpulkan data pengukuran lapangan (*field research*) sebagai data primer yang menjadi bahan analisa.

Metode pengukuran untuk pengambilan data adalah dengan melakukan pengukuran medan magnet dan medan listrik disekitar ponsel yang sedang menerima panggilan buatan. Titik pengukuran ditentukan berdasarkan penggunaan ponsel yang banyak dilakukan masyarakat pada umumnya, yaitu dilakukan pada 2 sisi ponsel, yaitu sisi depan dan belakang ponsel, sedangkan untuk jarak yang diambil masing-masing 0 cm, 1 cm, 3 cm dan 5 cm.

Dalam pengukuran medan magnet maupun medan listrik akan menggunakan alat – alat pendukung, yaitu dudukan buatan untuk alat ukur maupun objek ukur yang dapat menunjang pengukuran sesuai dengan prosedur. Agar hasil pengukuran mendapat hasil yang akurat, maka tiap pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali dan diambil rata-ratanya dalam durasi kurang lebih 1 menit

#### 3.1. Pengukuran Medan Magnet (H)

Pengukuran medan magnet pada ponsel dilakukan dengan cara memposisikan alat ukur tegak lurus atau horizontal terhadap ponsel (sedang beroperasi) yang akan diukur sesuai dengan ukuran jarak yang ada pada dudukan alat ukur buatan karena arah kuat medan magnet dari suatu peralatan (objek) yang dialiri arus listrik sesuai dengan kaidah tangan kanan Fleming. Teknik pengukuran data medan magnet dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3.1. Posisi alat ukur dan objek Pada Pengukuran Medan Magnet

#### 3.2. Pengukuran Medan Listrik (E)

Pengukuran medan listrik pada ponsel dilakukan dengan cara memposisikan alat ukur sejajar atau vertikal terhadap ponsel yang akan diukur agar kuat medan listrik dapat tertangkap oleh sensor yang terdapat pada alat ukur berbentuk lingkaran, hal ini dikarenakan arah kuat medan listrik dari suatu peralatan (objek) adalah radial. Teknik pengukuran kuat medan listrik tersebut dapat dilihat pada gambar berikut:



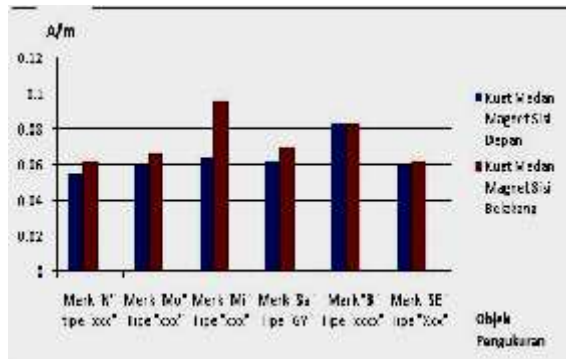
Gambar 3.2. Posisi Alat Ukur dan Objek pada Pengukuran Medan Listrik

### 4. Hasil Penelitian

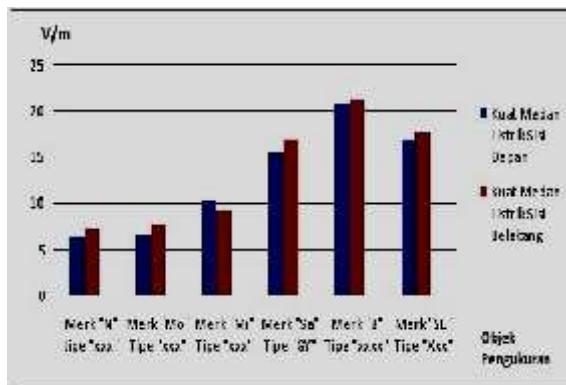
#### 4.1. Kuat Medan Listrik dan Medan Magnet

Dari hasil pengukuran, medan listrik terukur yang terbesar dihasilkan oleh ponsel bermerk “B” dengan tipe “xxx” di sisi belakang yaitu sebesar 21.33 V/m dan 20.87 V/m untuk sisi depannya. Sedangkan untuk medan magnet terukur yang terbesar dihasilkan oleh ponsel bermerk “Mi” dengan tipe “xxx” di sisi belakang

yaitu sebesar 0.096 A/m dan untuk sisi depan yang terbesar dihasilkan oleh ponsel bermerk “B” dengan tipe “xxxx” yaitu sebesar 0.0084 A/m. hasil pengukuran terbesar dihasilkan masing – masing pada jarak 0 cm. Untuk grafik perbandingan medan magnet dan medan listrik tiap ponsel objek pengukuran pada jarak maksimal (0 Cm) dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 4.1. Hasil Perbandingan Kuat Medan Magnet Antar Ponsel Objek Pengukuran

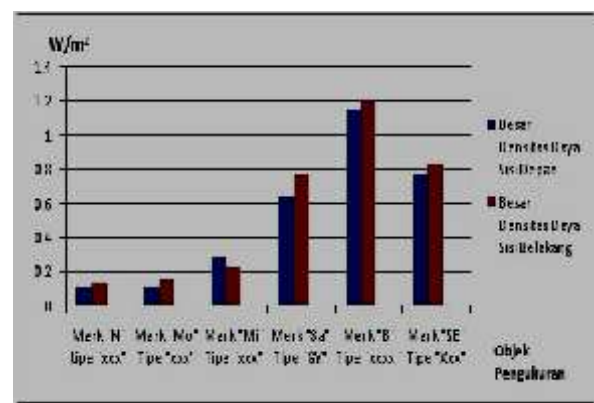


Gambar 4.2. Hasil Perbandingan Kuat Medan Listrik Antar Ponsel Objek Pengukuran

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa hubungan antara medan magnet dan medan listrik berbanding terbalik terhadap jarak, “semakin besar jarak maka nilai medan magnet dan medan listrik yang dihasilkan akan semakin kecil”. Sedangkan jika dilihat dari sisi pengukuran, sebagian besar ponsel yang di ukur memiliki nilai medan magnet dan medan listrik yang lebih besar pada sisi belakang ponsel, sedangkan pada Ponsel “Mi” “xxx”, hasil pengukuran menunjukkan medan listrik yang dihasilkan lebih besar pada sisi depan. Hal ini dapat disebabkan karena posisi transmitter pada tiap ponsel letaknya berbeda – beda.

## 4.2. Densitas Daya

Dari perbandingan data dapat dilihat bahwa hubungan antara besar densitas daya (S) tetap berbanding terbalik terhadap jarak. Dan dari sisi pengukuran, besar densitas daya yang dihasilkan oleh ponsel lebih besar pada bagian sisi belakang ponsel, hal ini menunjukkan bahwa saat menerima panggilan lebih aman pada posisi ponsel bagian sisi depan (layar ponsel). Berikut adalah grafik hasil perbandingan besar Densitas Daya antar ponsel objek pengukuran :



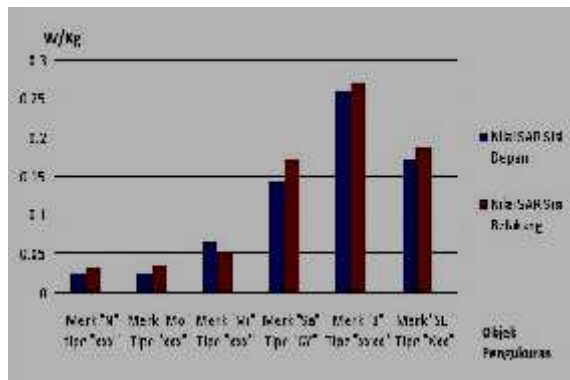
Gambar 4.3. Hasil Perbandingan Besar Densitas Daya Antar Ponsel Objek Pengukuran

Besar nilai Densitas Daya berdasarkan persamaan ( $S = EH$ ) yang tertinggi dari Ponsel bermerk “B” dengan tipe “xxxx” yaitu sebesar 1.770 W/m<sup>2</sup> pada sisi belakangnya dan 1.753 W/m<sup>2</sup> pada sisi depannya.

## 4.3. Specific Absorbtion Rate (SAR)

Nilai SAR yang paling besar dihasilkan oleh ponsel bermerk “B” dengan tipe “xxxx” terhadap bagian kornea yaitu 0.4047 W/Kg untuk frekuensi 900MHz dan 0.5075 W/Kg untuk frekuensi 1800MHz.

Perbandingan besar nilai SAR yang dihasilkan oleh ponsel – ponsel yang di uji dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 3.4. Hasil Perbandingan Nilai SAR Antar Ponsel Objek Pengukuran

#### 4.4. Kuat Medan Elektromagnetik Terhadap Batas Aman yang Ditetapkan oleh IRPA dan ICNIRP

Batas aman medan magnet untuk lingkungan kerja 0.24 A/m pada frekuensi 900MHz dan 0.34 A/m pada frekuensi 1800MHz, sedangkan untuk masyarakat umum batas aman yang ditetapkan relatif lebih kecil, yaitu 0.11 A/m pada frekuensi 900MHz dan 0.16 A/m pada frekuensi 1800MHz. Batas aman medan listrik untuk lingkungan kerja 90 V/m pada frekuensi 900MHz dan 127.27 V/m pada frekuensi 1800MHz, sedangkan untuk masyarakat umum 41.25 V/m pada frekuensi 900MHz dan 58.34 V/m pada frekuensi 1800 V/m.

Batas aman densitas daya untuk lingkungan kerja 22.5 (W/m<sup>2</sup>) pada frekuensi 900MHz dan 45 (W/m<sup>2</sup>) pada frekuensi 1800MHz, sedangkan untuk masyarakat umum batas aman yang ditetapkan relatif lebih kecil, yaitu 4.5 (W/m<sup>2</sup>) pada frekuensi 900MHz dan 9 (W/m<sup>2</sup>) pada frekuensi 1800MHz.

Batas aman SAR yang berlaku yaitu yang ditetapkan oleh ICNIRP (Eropa) adalah 2.0 W/kg dan oleh FCC dan CTIA (USA) adalah 1.6 W/kg.

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan yang telah dilakukan, besar kuat medan Listrik, Medan Magnet dan Densitas daya yang dihasilkan oleh telepon seluler yang telah diukur sebagai objek masih dibawah batas aman yang ditetapkan oleh IRPA dan ICNIRP baik untuk lingkungan kerja maupun untuk masyarakat umum pada frekuensi 900MHz dan 1800MHz, sedangkan untuk besarnya nilai SAR

yang dihasilkan ponsel terhadap beberapa jaringan tubuh juga masih di bawah ambang batas aman yang berlaku di USA yaitu 1.6W/Kg (ditetapkan FCC dan CTIA) dan di Eropa 2.0W/Kg (ditetapkan ICNIRP).

#### 5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian di atas dapat ditarik beberapa kesimpulan :

1. Besarnya Medan Listrik, Medan Magnet maupun Densitas Daya yang dihasilkan oleh ponsel memiliki hubungan yang berbanding terbalik terhadap jarak. Semakin dekat jarak pengukuran, maka semakin besar pula Medan Listrik maupun medan magnet yang dihasilkan.
2. Sebagian besar ponsel menghasilkan medan listrik dan medan magnet lebih besar pada bagian sisi belakang daripada sisi depannya, ini menunjukkan bahwa lebih aman menggunakan ponsel di sisi depan pada saat menerima panggilan.
3. Besar medan magnet, medan listrik, densitas daya dan SAR yang dihasilkan oleh ponsel masih relatif kecil dan dibawah batas aman yang ditetapkan oleh IRPA dan ICNIRP, namun perlu untuk memperhatikan durasi waktu dalam penggunaannya, oleh karena itu masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai medan elektromagnetik.

#### Referensi

- [1]. Ida Fatmawati, 2008, **Survey Kuat Medan Elektromagnetik Pada Fasilitas Rumah Sakit Umum Dr. Soedarso Pontianak Kalimantan Barat**, Skripsi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- [2]. Sadikin Muslim, 2006, **Studi Evaluasi Tingkat Keamanan Intensitas Medan Elektromagnetik Pada Peralatan Rumah Tangga Dan Industri**, Skripsi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- [3]. Anies, 2007, **Mengatasi Gangguan Kesehatan Masyarakat Akibat Radiasi Elektromagnetik Dengan Manajemen Berbasis Lingkungan**, Pidato Pengukuhan Guru Besar Ilmu Kesehatan Masyarakat

Fakultas Kedokteran Universitas  
Diponegoro, Semarang.

## Biografi



**Triona Ras Ponti Tarigan** lahir di Pontianak pada tanggal 11 Juni 1989, anak ketiga dari tiga bersaudara. Tinggal di desa Wajok Hulu Kecamatan Siantan, Kabupaten Pontianak.

Tahun 2006 Penulis lulus dari SMA Negeri 5 Pontianak dan pada tahun yang sama lulus seleksi masuk Universitas Tanjungpura melalui tes SMPTN dengan pilihan Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektro dan memilih konsentrasi Teknik Tenaga Listrik. Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam berorganisasi dan berbagai kegiatan di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

- [4]. Alit Swamardika, 2009, **Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik Terhadap Kesehatan Manusia**, Universitas Udayana, Bukit Jimbaran Bali.
- [5]. David Seabury, 2005, **Update On SAR Standards And The Basic Requirements For SAR Assessment**, ETS-Lindgren Article, Amerika Selatan.
- [6]. Siswono, 2005, **Gangguan Kesehatan akibat Radiasi Elektromagnetik**, [www.gizi.net](http://www.gizi.net).
- [7]. Wisnu, 2000, **Efek radiasi elektromagnetik ponsel**, Jurnal Elektro Indonesia no.3 tahun 2000.
- [8]. M. Fischetti, 1993, **The cellular phone scare**, IEEE Spectrum, juni 1993, halaman 43.\
- [9]. International Commission On Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) Guidelines, 1998, **For Limiting Exposure To Time-Varying Electric, Magnetic And Electromagnetic Fields Up To 300 Ghz**, Published In: Health Physics 74 (4):494-522; 1998.



